

Aki Lepistö

# Palonkestävät johtojärjestelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

8.4.2015

Tekijä Otsikko	Aki Lepistö Palonkestävät johtojärjestelmät
Sivumäärä Aika	31 sivua 8.4.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaajat	ryhmäpäällikkö Sami Söderström lehtori Matti Sundgren
<p>Tässä insinöörityössä on tarkoituksena käydä läpi palonkestävien johtojärjestelmien vaatimuksia, standarderja, lakeja, toteutustapoja ja järjestelmiä joille, vaaditaan palonkestävän johtojärjestelmän toteuttamista. Työssä tutustutaan myös eri valmistajiin ja heidän tuotteisiin joilla palonkestävä johtojärjestelmä voidaan toteuttaa.</p> <p>Toimivaa ja asianmukaista palonkestävää sähköjärjestelmää suunniteltaessa tulee huomioida useita standardeja, lakeja ja ohjeistuksia. Näitä lähteenä käyttäen työssä on esitetty, mitä näistä tulee missäkin osassa palonkestävää johtojärjestelmää soveltaa.</p> <p>Insinöörityön tuloksena on tiivis ohjeistus suunnittelijoille palonkestävistä johtojärjestelmistä ja asioista joita tulee huomioida niitä suunniteltaessa. Oikein toteutettu palonkestävä johtojärjestelmä takaa turvajärjestelmien toiminnan tulipalon aikana tarvittavan ajan, joka parantaa rakennusten henkilöturvallisuutta huomattavasti. Palonkestävä johtojärjestelmä on kokonaisuus, jonka tulee olla toteutettu kaikilta osin samoilla edellytyksillä.</p>	
Avainsanat	palonkestävä, johtojärjestelmä, turvajärjestelmä, sähköasennukset, sähkösuunnittelu

Author Title	Aki Lepistö Fire-resistant cable systems
Number of Pages Date	31 pages 8 April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Sami Söderström, Team Manager Matti Sundgren, Senior lecturer
<p>The purpose of this final year project was to explore the requirements and different methods of implementation for fire-resistant cable systems. The thesis also studies a variety of security systems that may require fire-resistant cable systems.</p> <p>The standards and laws that affect the implementation of fire resistant cable systems together with a variety of instructions from the manufacturers and public agencies were used as sources for the final year project.</p> <p>The result of the final year project is a concise guide of what should be taken into account when designing fire-resistant cable systems. The thesis also provides information about the different manufacturers whose products can be implemented in a fire-resistant cable system. A well-designed and implemented fire-resistant cable system will work for as long as it is defined for a safety system to work during a fire.</p>	
Keywords	fire-resistant, cable, system, safety, fire

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennuksen paloturvallisuus	2
2.1	Lait, asetukset, määräykset, standardit ja ohjeet	2
2.2	Paloluokitukset	2
2.2.1	Rakennukset	2
2.2.2	Rakennusosat	3
2.2.3	Rakennustarvikkeet	3
2.2.4	Palo-osastot	4
2.3	Uloskäytävä	4
3	Palonkestävä johtojärjestelmä	5
3.1	Yleistä	5
3.2	Katkeamattoman sähkönsyötön varmistaminen	7
3.3	Palonkestävät keskukset	8
3.4	Merkintä	9
4	Palonaikana toimiviksi tarkoitetut järjestelmät	10
4.1	Turvajärjestelmät	10
4.1.1	Savunhallintajärjestelmä	11
4.1.2	Poistumisvalaistusjärjestelmä	12
4.1.3	Paloilmoitinjärjestelmä	12
4.1.4	Hätäkuulutusjärjestelmä	12
4.1.5	Sammutuslaitteistot	13
4.1.6	Pelastuskäyttöön tarkoitetut hissit	13
4.2	Automaatiojärjestelmät	13
5	Palonkestävät kaapelit	13
5.1	Standardit ja vaatimukset	14
5.2	Palonkestoisuus testit ja kokeet	14
5.3	Palonkestävät asennuskaapelit	15
5.4	Tulipalon vaikutus kaapelin kuormitettavuuteen	16
6	Palonkestävät johtotiet ja tarvikkeet	17

6.1	Standardit ja vaatimukset	17
6.2	Valmistajat	17
6.3	Kaapelihyllyt	18
6.4	Palosuojakanavat	24
6.5	Kaapelikiinnikkeet	24
6.6	Liitántärsiat	26
6.7	Asennusputket	27
7	Loppupäätelmät	28
	Lähteet	30

## Lyhenteet

CPR	Construction Products Regulation. EU:n asettama rakennustuoteasetus
FRHF	Fire resistant halogen free. Merkintä jolla ilmaistaan palonkestävää halogeenitonta sähkökaapelia.
IEC	International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio.
SESKO	Sähkö- ja elektroniikka-alan kansallinen standardointijärjestö
SFS	Suomen Standardoimisliitto
SPOK	Savunpoiston ohjauskeskus
SPRK	Savunpoiston ryhmäkeskus
TKHJ	Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto, jonka avulla hallinnoidaan tietokantoja.
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
VdS	Vertrauen durch Sicherheit. Saksan suurin riippumaton turvallisuuden ja paloturvallisuuden testauslaitos.

## 1 Johdanto

Rakennusten henkilöturvallisuus on tärkeä osa rakennusten suunnittelua ja toteutusta. Erilaisilla turvajärjestelmillä pystytään lisäämään rakennuksen henkilöturvallisuutta ja niiden toiminnan vaaditaankin jatkuvan myös tulipalonaikana entistä useammin. Turvajärjestelmien toiminta palonaikana voidaan varmistaa palonkestävällä johtojärjestelmällä.

Tämän insinöörityön aiheena on tutustua suunnittelijan kannalta palonkestäville johtojärjestelmille asetettuihin vaatimuksiin ja sen toteutustapoihin. Työssä käydään myös pintapuolisesti läpi turvajärjestelmiä, joille palonkestävä johtojärjestelmää saatetaan vaatia. Työn tarkoituksena on saada kattava tietopaketti palonkestävien johtojärjestelmistä ja selvitetty mitä asioita tulee ottaa huomioon ennen suunnittelun aloittamista ja sen aikana, jotta palonkestävä johtojärjestelmä saadaan toteutettua sille asetettujen vaatimuksien mukaisesti. Työn tarkoituksena ei ole keskittyä siihen, milloin ja mistä syistä palonkestävä johtojärjestelmä rakennetaan, vaan siihen, miten se voidaan toteuttaa asianmukaisesti ja toimivasti.

Palonkestäville johtojärjestelmille ja turvajärjestelmille on julkaistu lukuisia lakeja, standardeja, määräyksiä ja ohjeita. Työssä on esitetty näistä tärkeimpiä ja sitä, mille järjestelmille niitä tulee soveltaa.

## 2 Rakennuksen paloturvallisuus

### 2.1 Lait, asetukset, määräykset, standardit ja ohjeet

Rakennusten paloturvallisuudesta on julkaistu ympäristöministeriön asetus E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma Rakennusten paloturvallisuus Määräykset ja ohjeet 2011. Asetus perustuu 5. päivänä helmikuuta 1999 annettuun maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999) 13§. Asetus tuli voimaan 15.2.2011, ja sillä kumottiin ympäristöministeriön 12.3.2002 antama päätös rakennusten paloturvallisuudesta.

### 2.2 Paloluokitukset

#### 2.2.1 Rakennukset

Rakennukset jaetaan kolmeen paloluokkaan sen kantavien rakenteiden mukaan. Rakennusten eri paloluokat ovat P1, P2 ja P3. [1]

P1-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan pääsääntöisesti kestävän palossa sortumatta. Rakennuksen kokoa ja henkilömäärää ei ole rajoitettu.

P2-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen kantavien rakenteiden vaatimukset voivat olla paloteknisesti edellisen luokan tasoa matalampia. Riittävä turvallisuustaso saavutetaan asettamalla vaatimuksia erityisesti pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille. Lisäksi rakennuksen kokoa ja henkilömääriä on rajoitettu käyttötavasta riippuen.

P3-paloluokkaan kuuluvan rakennuksen kantaville rakenteille ei aseteta erityisvaatimuksia palonkestävyyden suhteen. Riittävä turvallisuustaso saavutetaan rakennuksen kokoa ja henkilömääriä rajoittamalla käyttötavasta riippuen. [1]



## 2.2.2 Rakennusosat

Kantavat ja osastoivat rakennusosat jaetaan luokkiin sen perusteella, miten ne kestävät paloa. Palonkestävissä sähköasennuksissa esimerkiksi palosuojakanavien ja jakorasioiden palonkestävyys on määritelty seuraavilla merkinnöillä.

R	kantavuus
E	tiiviyys
I	eristävyys
EI	tiiviyys ja eristävyys
EI <sub>1</sub> tai EI <sub>2</sub>	tiiviyys ja eristävyys – ovet ja – ikkunat, jotka voidaan avata vain työkaluilla, avaimella tai vastaavalla. Avattavuus kiintopainikkeella sallitaan, mikäli ikkuna toimii varatienä. Molemmat luokat täyttävät ovelle tai ikkunalle määräyksissä asetetun EI-vaatimuksen. [1]

Merkintöjen R, REI, RE, EI, E jälkeen ilmoitetaan palonkesto aika minuutteina yhdellä seuraavista luvuista: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240. Näin muodostuva merkintä on rakennuksen paloluokka. Esimerkiksi E90-merkitty jakorasia kestää toimintakuntiosena vähintään 90 minuutin ajan tulipalon aikana. Toisena esimerkkinä EI90-merkitty palosuojakanava suojaa sen sisäisiä kaapelointeja kanavan ulkopuoliselta palolta ja sen ympäröivää tilaa kanavan sisäiseltä kaapelipalolta 90 minuutin ajan. [1; 4.]

## 2.2.3 Rakennustarvikkeet

EU:ssa otettiin 1.7.2013 käyttöön rakennustuoteasetus. Rakennustuoteasetus on suoraan sovellettavaa lainsäädäntöä, ja sitä sovelletaan sellaisenaan kaikissa EU maissa. Rakennustuoteasetuksessa määritellään, kuinka rakennustuotteen ominaisuuksista kerrotaan ja millä edellytyksillä rakennustuotteet voidaan CE-merkitä. [7.]

Rakennustarvikkeiden palo-ominaisuuksia kuvataan merkinnöillä A1, A2, B, C, D, E, F sen perusteella, miten ne vaikuttavat palon syttymiseen ja sen leviämiseen. Merkintöjen perässä voidaan käyttää myös lisämerkintöjä s1, s2, s3, d0, d1 ja d2. Lisämerkinnöillä s1, s2, s3 kuvataan savun tuottoa ja lisämerkinnöillä d0,d1, d2 tuotteesta aiheu-

tuvaa palavaa pisarointia. Taulukossa 1 on esitetty rakennustarvikkeiden luokitukset ja niiden selitykset. [1]

Taulukko 1. Rakennustuotteiden luokituksien selitykset [1]

A1	Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon.
A2	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu.
B	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu.
C	Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti.
D	Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä.
E	Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä.
F	Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritetty.
s1	Savuntuotto on erittäin vähäistä.
s2	Savuntuotto on vähäistä.
s3	Savuntuotto ei täytä vaatimuksia s1 eikä s2.
d0	Palavia pisaroita tai osia ei esiinny
d1	Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti.
d2	Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä vaatimuksia d0 eikä d1.

#### 2.2.4 Palo-osastot

Rakennukset jaetaan rakenteellisesti palo-osastoihin tulipalon leviämisen estämiseksi. Palo-osastojen välisten rakenteiden tulee kestää tulipalon aikana niille asetetun vaatimuksen mukainen aika. Osastoivan rakenteen läpi vietävät johdot, johtotiet, kanavat eivät saa olennaisesti heikentää rakennusosan osastoivuutta. [1]

#### 2.3 Uloskäytävä

Uloskäytävällä tarkoitetaan rakennuksesta poistumiseen johtavaa ovea taikka rakennuksessa tai sen ulkopuolella olevaa tilaa, jonka kautta rakennuksesta poistuminen on turvallista esimerkiksi tulipalon sattuessa. Uloskäytävästä käytetään joskus myös väärin nimitystä *poistumistie*. [1]

Uloskäytävälle ei saa asentaa kuin turvajärjestelmiin tai poistumistien valaistukseen liittyviä kaapelointeja. Muut kaapeloinnit on suljettava joko rakenteellisesti omaan palosastoon tai on käytettävä siihen soveltuvaa palosuojakanavaa. [3]

Majoitustilojen, hoitolaitosten sekä kokoontumis- ja liiketilojen uloskäytävät ja kulkureitit on yleensä varustettava turvavalaisusjärjestelmällä. Turvavalaisuksen tarkoitus on osoittaa oikea suunta talosta poistumiseen ja valaista uloskäytävä, jotta turvallinen poistuminen rakennuksesta on mahdollista normaalin valaistuksen vikaantuessa. [1; 5.]

### **3 Palonkestävä johtojärjestelmä**

#### **3.1 Yleistä**

Palonkestäviä johtojärjestelmiä tarvitaan järjestelmille, joiden toiminnan edellytetään jatkuvan myös tulipalon aikana. Jotta johtojärjestelmästä saadaan luotettavasti toimiva, tulee sen kaikki osat toteuttaa palonkestävillä tuotteilla kokonaisuudessaan. Johtojärjestelmä sisältää laitteiden vaativien kaapeleiden lisäksi hyllyjä, kiinnikkeitä, koteloita, ruuveja ja muita tarvikkeita. Myös järjestelmän kaikki laitteet, kuten ohjaus- ja laukaussulalaitteet sekä tehonlähteet, tulee suojata asianmukaisesti. Tarvittava suojaus voidaan saavuttaa laiterakenteen tai asennuksen avulla. [2; 10.]

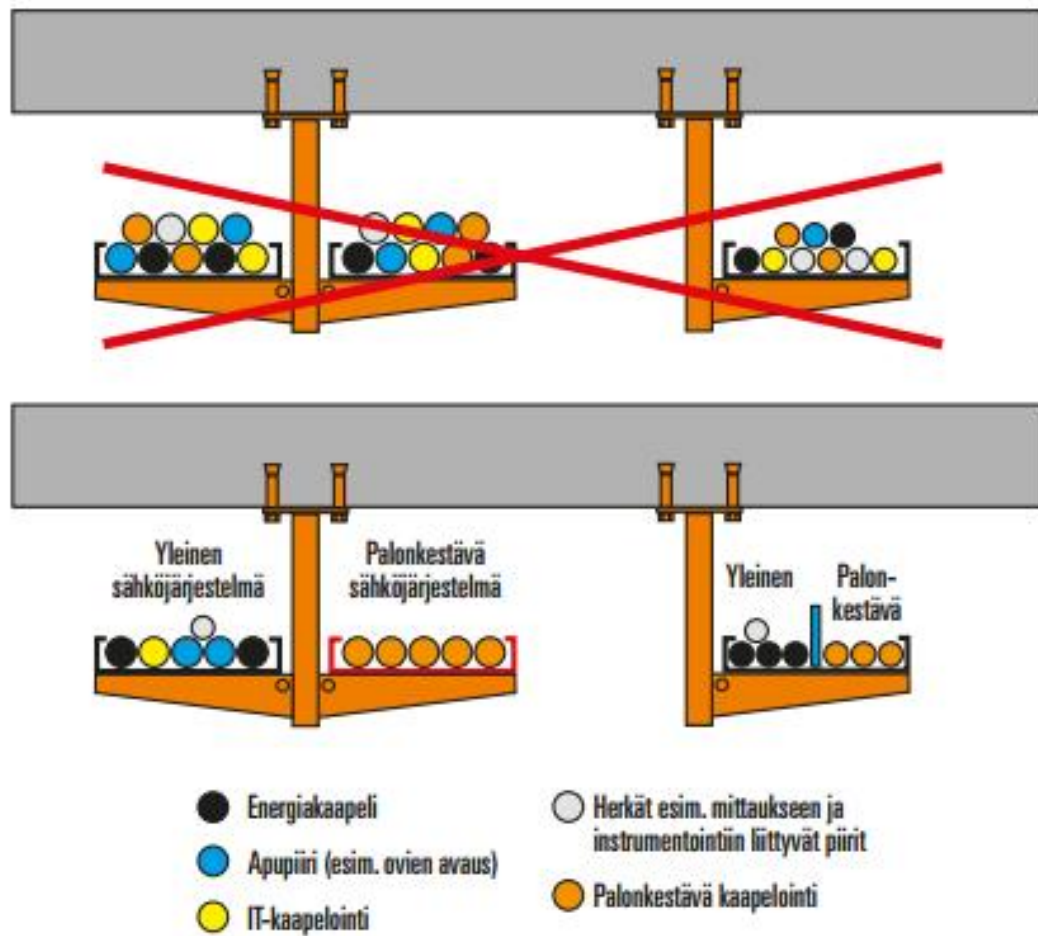
Palonkestävä johtojärjestelmälle on määritelty paloluokitus E-luokituksella, joka kertoo, kuinka kauan järjestelmä kestää tulipalon aikana toimintakuntoisena. Palonkestävän johtojärjestelmän täytyy pysyä toimintakuntoisena vähintään yhtä pitkään, kuin on pisin siihen liittyvän sähköjärjestelmän vaadittu toiminta-aika. Toiminta-aika on tavallisesti 30, 60, 90 tai 120 minuuttia.

Standardi SFS 6000 ei ota kantaa järjestelmien vaadittuihin toiminta-aikoihin paitsi turvavalaisuksen osalta. Järjestelmille, joille ei ole standardeissa määriteltyjä toiminta-aikoja, tulee määrittää toiminta-ajat rakennuksen riskikartoituksessa pelastusviranomaisten sekä muiden sidosryhmien kanssa. Standardissa SFS 6000 on annettu seuraavat vaatimukset palonkestäville turvajärjestelmille. [2; 3; 6; 10.]

Jos turvajärjestelmien pitää toimia tulipalon aikana, niissä on käytettävä seuraavanlaisia johtojärjestelmiä:

- Mineraalieristeisiä, standardien IEC 60702-1 ja 60702-2 mukaisia kaapeleita (eivät tavallisesti rakentamisessa käytössä)
- Palonkestäviä, standardien EN 50200 tai EN 50362 ja EN 60332-1-2 mukaisia kaapeleita
- johtojärjestelmää, joka on suojattu riittävästi mekaanisesti ja tulipalolta (muulla tavoin) [2]

Standardin SFS 6000 mukaan eri järjestelmien toiminta, tapahtuma tai muutos ei saa vaikuttaa turvajärjestelmien toimintaan. Tästä syystä on jo suunnitteluvaiheessa hyvä muistaa, että palonkestäviä ei saa sijoittaa samalle hyllylle vierekkäin paloa kestäättömien kaapeleiden kanssa, koska esimerkiksi PVC-eristeiset asennuskaapelit synnyttävät palaessaan sähköä johtavaa kaasua joka voi aiheuttaa oikosulun palonkestävien kaapeleiden kiillenauha eristeen läpi. Jos palonkestäviä järjestelmiä asennetaan samalle hyllylle paloa kestäättömien järjestelmien kanssa, ne tulee erottaa toisistaan riittävän etäisyyden, väliseinän tai erillisen hyllylle asennettavan palonkestävän asennuskourun avulla. [4] Kuvassa 1 on esitettynä kaapelien väärän- ja oikeanlainen sijoitus kaapelihyllylle.



Kuva 1. Palonkestävien kaapelien oikeanlainen sijoitus kaapelihyllyille [11].

### 3.2 Katkeamattoman sähkönsyötön varmistaminen

Rakennusten normaalia sähköjärjestelmää ei yleisesti toteuteta palonkestävänä. Palonaikana toimiviksi tarkoitettujen järjestelmien sähkönsyöttö tulee toteuttaa siten, että järjestelmän toiminta säilyy mahdollisimman pitkään tai vähintään sille määritellyn toiminta-ajan. [4]

Standardissa SFS 6000 on määritelty turvajärjestelmien sähkönsyötölle seuraavia vaatimuksia [2]:

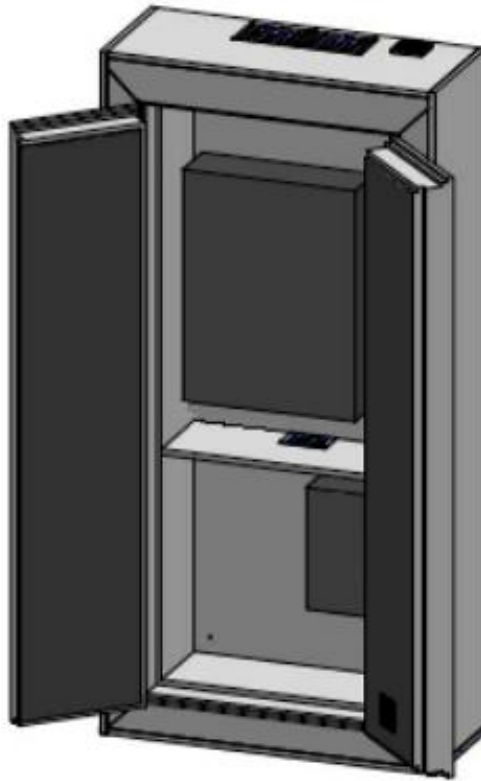
- On valittava tehonlähde, joka pitää yllä sähkönsyöttöä riittävän pitkän aikaa, ja laitteilla on oltava joko laiterakenteen tai asennuksen avulla saatu palonkestävyys riittävän pitkän ajan.
- Turvajärjestelmien teholähteinä voidaan käyttää seuraavia:
  - Akkuja
  - Paristoja
  - Normaalisti syötöstä riippumattomia generaattoreita
  - Erillistä syöttöä jakeluverkosta, joka on tehokkaasti riippumaton normaalista syötöstä.
- Turvajärjestelmien sähköiset teholähteet on asennettava kiinteästi ja siten, että normaalisyötön vika ei voi vaikuttaa haitallisesti turvajärjestelmien teholähteisiin.
- Turvajärjestelmien teholähteet on asennettava sopivaan tilaan ja niihin saavat päästä käsiksi vain ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt (BA5 tai BA4)
- Palon ilmaisemiseen ja palontorjuntaan käytettävien teholähteiden johtojärjestelmiä pitää syöttää erillisellä piirillä tulevasta pääsyötöstä.
- Mahdolliset ennen pääkytkintä otettavat piirit pitää kytkeä suoraan pääkeskuksen pääkytkimen syöttö puolelle. Jos kulutuslaitteita liitetään pääkeskukseen ennen pääkytkintä, keskukseen pitää kiinnittää kilpi, jossa varoitetaan pääkytkimen jälkeen jännitteiseksi jäävistä osista ja paikasta, jossa ne osat saa tarvittaessa jännitteettömiksi, ks. SFS 6000-5-53, kohta 537.2.1.3. Pääkytkimen auki kytkennän jälkeen jännitteisiksi jäävät osat suositellaan asennettaviksi omaan kennoonsa tai kenttäänsä niin, että muun keskuksen huolto voidaan tehdä turvallisesti.

### 3.3 Palonkestävät keskuksat

Palonkestävän keskuksen tarkoituksena on taata järjestelmän sähkönsyöttö tulipalon aikana, kun normaali sähköjärjestelmä vikaantuu. Palonkestävät keskuksat tulee testata standardin EN 1363-1 mukaisella palokokeella (DIN 4102-12). Palonkestävän keskuksen tehtävänä on pitää lämpötilan lisäksi kosteus pois keskuksen sisältä, jotta laitteiden toimintakyky säilyy. [4; 12.]

Standardin SFS 6000 mukaan palonkestävän keskuksen syöttö tulee ottaa pääkeskuksesta ennen pääkytkintä. Keskuksessa täytyy olla rakennettuna myös automaattinen

verkonvaihtoautomaatiikka, joka vaihtaa syötön esimerkiksi generaattorilla syötetylle varavoimalle normaalin sähkönsyötön katketessa. [2; 4.]



Kuva 2. Oy Jakelulaite Ab:n RK-turva E90-luokiteltu palonkestävä keskus

Kuvassa 2 esitetty kaksiosainen palonkestävä keskus. Keskus on jaettu kahteen lohkoon jolloin siihen voidaan asentaa useamman turvajärjestelmän keskuslaitteet kustannuksien vähentämiseksi. [12]

### 3.4 Merkintä

Palonkestävät johtojärjestelmät tulee merkitä jotta asianmukaisten tarvikkeiden käyttö ja järjestelmän palonkestoisuusluokka voidaan todeta jälkikäteen. Jokainen palonkestävä asennus tulee merkitä kuvan 3 mukaisella kyltillä. Kyltistä yliiviivataan ne osat, jotka eivät vastaa asennettua palonkestoluokkaa. [12]

<b>Toimintakykyinen ja palonkestävä johtojärjestelmä</b> Standardit: SFS 6000-5-56, SFS EN 1363-1		<b>Päivämäärä:</b>
<b>Asennusyritys:</b>		<b>E 30</b>
		<b>E 60</b>
		<b>E 90</b>
<b>Huom!</b> Tällä merkinnällä vastaamme siitä, että palonkestävä johtojärjestelmä on asennettu annettujen asennusohjeiden mukaisesti ja vastaa palonkestävyysluokkaa kuten merkitty.		

Kuva 3. Palonkestävän johtojärjestelmän palonkestoisuutta osoittava merkintäkilpi [12].

## 4 Palonaikana toimiviksi tarkoitetut järjestelmät

### 4.1 Turvajärjestelmät

Yleisimpiä palonaikana toimiviksi tarkoitettuja järjestelmiä on eri turvajärjestelmät. Palonaikana toimivilla turvajärjestelmillä saadaan lisättyä rakennuksen henkilöturvallisuutta esimerkiksi tulipalon sattuessa. Tärkein asia turvajärjestelmien suunnittelussa on varmistaa niiden toiminta sellaisissa palo-osastoissa, joihin tulipalo ei ole vielä levinnyt. Tästä syystä eri palo-osastojen läpi kulkeva johtojärjestelmä on rakennettava palonkestävästi. [4]

Turvajärjestelmien vaaditut toiminta-ajat tulee määrittää rakennuksen käyttötarkoituksen ja ominaisuuksien mukaan. Jos järjestelmille ei ole määritetty toiminta-aikaa tai tarvetta standardeissa tulee ne määrittää rakennuksen riskikartoituksessa ennen toteutuksen aloitusta. Taulukossa 2 on esitetty järjestelmäkohtaisia ohjeita ja standardeja toiminta-aikojen sekä palonkestoisuusvaatimuksien toteutusperusteisiin. [4]



Taulukko 2. Turvajärjestelmien toteutusperusteita ja järjestelmäkohtaisia ohjeita [4].

Järjestelmä	Järjestelmän toiminta-aika- ja palokestoisuusvaatimusten toteutusperusteet	Järjestelmäkohtaisia ST-ohjeita
Paloilmoitinjärjestelmä	Harmonisoidut EN 54 -standardit sekä jokin seuraavista velvoittavaksi määritellyistä ohjejulkaisuista: - ST-ohjeisto 1 - SFS:n julkaisu CEN/TS 54-14 - Vakuutusalan ohje CEA 4040:2008-04	ST-ohjeisto 1 sekä kortit ST 662.10, ST 662.11, ST 662.30, ST 662.40, ST 662.41, ST 662.42 ja ST 662.43
Savusulut	Standardit SFS-EN 12101-1 ja SFS 7023	ST 666.13
Painovoimaiset savunpoistojärjestelmät	Standardi SFS-EN 12101-2	
Poistumishälytys ja turvakuulutusjärjestelmät	Standardi EN-60849 ja paloilmioittimen osana harmonisoitu SFS-EN 54 -sarja	St-ohjeisto on tekeillä.
Vesisammutusjärjestelmät, LH-luokka	Standardi SFS 5980	
Savunpoistoluukut	Standardit SFS-EN 12101 ja SFS 7024	
Vesisammutusjärjestelmät, OH-luokka	Standardi SFS-EN 12845 + A2: Kiinteät palonsammutusjärjestelmät	
Vesisammutusjärjestelmät, HH-luokka	Standardi SFS-EN 12845 + A2: Kiinteät palonsammutusjärjestelmät	
Pelastuskäyttöön tarkoitetut hissit	Standardi EN 81-72	
Muut hälytysjärjestelmät, esimerkiksi häkä	Riskikartoitus	
Poistumisvalaistusjärjestelmä	Asetus 805/2005	ST-käsikirja 36 ja ST-ohjeisto 8 sekä kortit ST 59.10, ST 59.11 ja ST 59.11.01
Palopumput, vesilähteet	SFS EN 12845+A2; SFS 5980	
Palo- ja savunhallintapellit	Standardi SFS-EN 1366-2	ST-kortti on tekeillä
Palo-ovet	Standardi SFS-EN 13501-2 I	ST 662.12
Koneelliset savunpoistojärjestelmät	Standardi SFS-EN 12101-3	ST 666.10, ST 666.11, ST 666.30, ST 666.40 ja ST 666.41

#### 4.1.1 Savunhallintajärjestelmä

Savunhallintajärjestelmän tarkoitus on poistaa tulipalon aikana syntyvä savu ja haitalliset kaasut rakennuksesta, jotta käyttäjät pääsevät turvallisesti poistumaan. Savunhallintajärjestelmiä suunniteltaessa ja asennettaessa tulee ottaa huomioon savunhallintastandardin SFS-EN 12101 sille asettamat vaatimukset. [3; 4.]

Savunhallintajärjestelmään kuuluvat

- savusulut
- savunpoistoluukut ja ikkunat
- savunhallintapellit
- savunpoistopuhaltimet.

#### 4.1.2 Poistumisvalaistusjärjestelmä

Poistumisvalaistusjärjestelmällä tarkoitetaan poistumisopasteita ja poistumisvalaisimia. Poistumisvalaisimien tarkoitus on taata riittävä valaistustaso poistumisreiteille normaalin valaistuksen sammuesssa, esimerkiksi tulipalon seurauksena. Opasvalaisimet ovat vihreällä taustalla olevia valaistuja suunta nuolia, joiden tarkoituksena on opastaa käyttäjät lähimmälle ulospääsulle rakennuksesta.

Turvavalaistus voidaan toteuttaa pääasiallisesti kahdella eri varavoimansyöttötavalla, turvavalokeskukseen sijoitetun keskusakustolla tai jokaiseen valaisimeen asennetulla omalla virtalähteellä. Varavirtalähteinä yksikkövalaisimissa käytetään joko akkua, tai nykyisin tarjolla on myös superkondensaattorilla varustettuja valaisimia.

Yksikkövalaisimet voidaan liittää suoraan normaaliin sähköjärjestelmään, eikä se vaadi palonkestävää kaapelointia. Tästä syystä yksikkövalaisimia käytetään nykyisin paljon erityisesti saneerauskohteissa, jotta rakennukseen ei pidä rakentaa kallista palonkestävää johtojärjestelmää.

#### 4.1.3 Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoittimille sovellettava ohjejulkaisu määrittää kohdekohtaisesti paloilmoittimen toteutuspyytäkirjamenettelyssä. Mikäli kohteessa edellytetään käyttämään paloilmoittimien sähkötekniisissä asennustöissä ja kaapeloinneissa palokestoisia asennustapoja, tulee noudattaa standardin SFS 6000 sille asettamia vaatimuksia.

Paloilmoitinjärjestelmille on julkaistu ohjeistuksia:

- ST-ohjeisto 1, paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito.
- SFS:n julkaisu CEN/TS 54-14:fi
- CEA 4040:2008-04(fi).

#### 4.1.4 Hätäkuulutusjärjestelmä

Hätäkuulutusjärjestelmällä on tarkoitus välittää ääniviestejä rakennuksen käyttäjille. Ääniviestit ovat esimerkiksi ilmoituksia ja toimintaohjeita hätätilanteessa kuten tulipalon

sattuessa. Häätäkuulutusjärjestelmän palonkestoisuus vaatimukset tulee määritellä rakennuksen riskikartoituksessa. [2; 4.]

#### 4.1.5 Sammutuslaitteistot

Kiinteät sammutuslaitteistot, kuten vesisammutuslaitteisto tai kaasusammutuslaitteistot, saattavat vaatia palonaikana toimivaa johtojärjestelmää. Sammutuslaitteistoja asennettaessa ja suunniteltaessa tulee huomioida niille voimassa olevia standardeja ja ohjeituksia. [2; 4.]

#### 4.1.6 Pelastuskäyttöön tarkoitetut hissit

Pelastuskäyttöön tarkoitetuissa hisseissä täytyy noudattaa standardin EN 81-72 vaatimuksia sekä huomioida kahden syötön edellytykset palonkestävän johtojärjestelmän ohjeita noudattaen. Oletuksena suunniteltaessa on, että tulipalo on hissikuilun ulkopuolella, tästä johtuen hissien sähkönsyöttö tulee rakentaa palonkestävästi siltä osalta kun se kulkee hissikuilun ulkopuolisissa palo-osastoissa. [2; 4.]

### 4.2 Automaatiojärjestelmät

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä ei yleensä ole osana turvajärjestelmiä, jolloin se voidaan toteuttaa normaaleilla paloa kestävämmillä kaapeleilla. Jos kuitenkin automaatiojärjestelmä ohjaa jotain muuta järjestelmää, jonka toiminta on edellytettyä tulipalon aikana, on myös automaatiojärjestelmä toteutettava samoilla palonkestoisuusedellytyksillä. [2; 10.]

## 5 Palonkestävät kaapelit

Palonkestävissä johtojärjestelmissä käytettyjen kaapelien tulee säilyttää toimintakykynsä tulipalon aikana sille määritelty aika. Tähän tarkoitukseen on tarjolla useilta eri valmistajilta palonkestäviä kaapeleita. Palonkestävät kaapeleista käytetään yleensä lyhennettä FRHF, joka tulee sanoista *fire resistant halogen free*. Ainakin Reka, Datwyler ja Prysmian käyttävät FRHF-lyhennettä palonkestävissä kaapeleissaan.

## 5.1 Standardit ja vaatimukset

Sähkökaapeleiden palo-ominaisuuksien testaukseen on esitetty vaatimuksia useissa eri EN-standardeissa. Taulukossa 3 on esitetty palonkestävien kaapeleiden testaukseen liittyviä standardeja.

Taulukko 3. Kaapelien palo-ominaisuuksia määritteleviä EN-standardeja [2; 4].

Standardi	Testattava ominaisuus
EN 50200, EN 50362	Kaapelin palonkestävyys
EN 50267-2-1,2 ja 3	Kaapelin palaessa muodostuvat myrkylliset kaasut (kaapelien halogeenittomuus)
EN 60332-1-2	Liekin pystysuuntaisen leviämisen testi (yksi eristetty johdin tai kaapeli)
EN 60332-3-22...25	Liekin pystysuuntaisen leviämisen testi (niputetut johdot tai kaapelit)
EN 61034-1 ja EN 61034-2	Savunmuodostuksen mittaus

Sähkökaapelit kuuluvat rakennustuoteasetuksen (CPR) piiriin. Rakennustuoteasetus määrittelee rakennustuotteiden käyttäytymistä tulipalossa. Rakennustuoteasetus ei määrittele kaapelien toimivuutta tulipalon aikana vaan ainoastaan sitä, miten ne osallistuvat paloon. Sähkökaapeleille luokittelua ei ole voitu vielä ottaa kuitenkaan käyttöön, koska rakennustuoteasetusta vastaavaa EN-standardia ei ole vielä julkaistu. Standardeista ensimmäinen on EN 50575, joka on valmisteilla. Kun uudet luokitukset saadaan otettua käyttöön, tulee vielä kansallisten standardointielinten, valtioiden ja vakuutusyhtiöiden (esim. Saksan VdS:n) selvittää, millaisilla palo-ominaisuuksilla varustettuja kaapeleita tulee missäkin käyttää. [9]

## 5.2 Palonkestoisuustestit ja -kokeet

Palonkestävien kaapeleiden kannalta olennaisinten standardien EN 50200 ja EN 50362 mukaisissa polttokokeissa sähkökaapeli kiinnitetään palonkestävään alustaan ja sen läpi johdetaan sähkövirta. Kaapelia poltetaan sivusta propaanipolttimella 830 °C:n lämpötilassa 90 minuutin ajan. Lisäksi alustaan kohdistetaan viiden minuutin välein

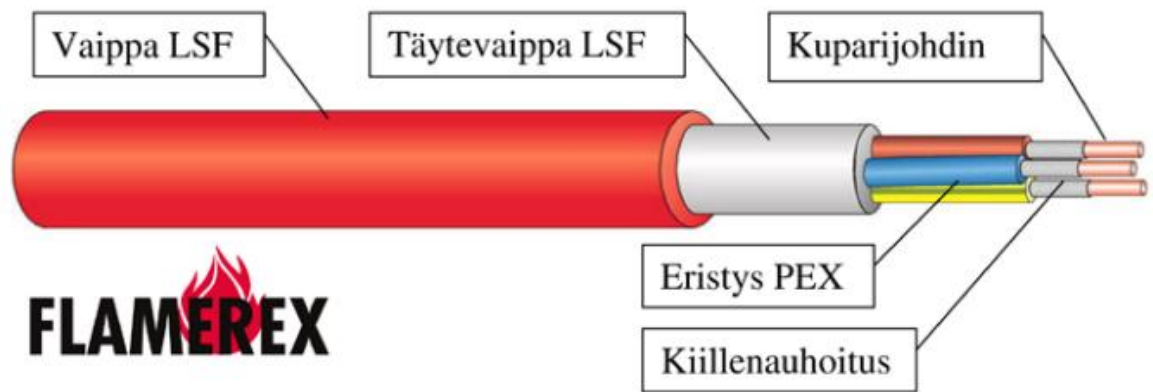
mekaaninen isku, jolla aiheutetaan tärinää kaapelille. Jotta kaapeli läpäisee testin, ei kaapeliin saa aiheutua oikosulkua, eikä sen läpi kulkeva virta saa katketa testin aikana. Standardille EN 50200 on lisäksi määriteltä liite E, jossa testiin lisätään veden aiheuttama vaikutus, siinä kaapelin päälle ruiskutetaan vettä tietyin väliajoin, mikä lisää oikosulun riskiä. [11]



Kuva 4. EN 50200 -standardin mukainen polttokoe palonkestävälle kaapelille

### 5.3 Palonkestävät asennuskaapelit

Palosuojattujen kaapelien kuorimateriaalit eivät ole palonkestäviä ja palaa tulipalon aikana. Tästä syystä palosuojatut kaapelit ovat myös halogeenittomia. Palosuojattujen kaapelien toiminta perustuu johtimen ympärillä olevaan kiillenauhaan, joka kestää tulipalon ja pitää kaapelin eristävyys. Jotkin halogeenia sisältävät kuorimateriaalit, kuten PVC, aiheuttavat sulaessaan sähköä johtavaa kaasua, joka voi aiheuttaa oikosulun myös kiillenauha eristeen läpi. Kuvassa 5 on esitetty Reka Flamerex- palonkestävän asennuskaapelin rakenne. [3; 12.]



Kuva 5. Reka Flamerex- palonkestävän asennuskaapelin rakenne [12].

Palonkestäviä asennuskaapeleiden valmistajia ja valmistajien käyttämiä nimityksiä:

- Reka kaapelit Oy, Flamerex-sarja
- Datwyler Oy, toimittaja suomessa Pistersarja Oy, Pyro-sarja
- Prysmian cables, Fireturf-sarja
- Nexans, Alsecure-sarja.

#### 5.4 Tulipalon vaikutus kaapelin kuormitettavuuteen

Palonkestävää johtojärjestelmää suunniteltaessa tulee ottaa huomioon tulipalon aiheuttama suuri lämpötilan nousu tilassa. Kuparin sähkönjohtokyky heikkenee, ja resistiivisyys kasvaa lämpötilan noustessa. Tästä syystä normaalia tilannetta korkeampi ympäristönlämpötila pienentää kaapelien kuormitettavuutta. Esimerkiksi 900 asteen lämpötilassa kuparijohtimisen kaapelin resistanssi kasvaa noin viisinkertaiseksi normaaliin käyttölämpötilaan nähden. Monet turvajärjestelmät vaativat hyvin vähän tehoa, jolloin kuormitettavuus ei ole yleensä ongelma, mutta esimerkiksi moottorikäytöissä kuormitettavuus voi aiheuttaa usein ongelmia. Jos palon aikaista loppulämpötilaa huomioivaa kuormitettavuuslaskentaa ei ole tehty, katsotaan yleensä kahden poikkipinta-alan lisäys kaapelin normaaliin poikkipinta-alaan riittäväksi. [3; 4.]

Esimerkkinä on savunpoistopuhaltimen moottori, joka on asennettu 50 metrin päähän sitä syöttävästä keskuksesta 6 mm<sup>2</sup>:n poikkipinta-aisella kuparikaapelilla. Normaalisissa mitoituksessa käytetyllä ympäristönlämpötilalla (25 astetta) kaapelin resistanssi on noin

0,15 ohmia. Moottorin impedanssin ollessa noin 6 ohmia ei kaapelin aiheuttamalla 0,15 ohmin resistanssilla ole suurta merkitystä. Tulipalon aikana kaapelin resistanssi kasvaa noin 0,8 ohmiin, mikä aiheuttaa yli 10 prosentin jännitteen putoaman ja noin 20 prosentin virran kasvun moottorilla. Tästä johtuen moottorikäytöissä edellytetään yleensä yhden poikkipinta-osaan nostoa jokaista 50 metrin kaapelipituutta kohden. [4]

## 6 Palonkestävät johtotiet ja tarvikkeet

### 6.1 Standardit ja vaatimukset

Palonkestävän kaapeloinnin kiinnityksen ja tuennan vaatimukset koskevat sekä kaapelikiinnikkeitä, kaapelihyllyjä ja muita vastaavia sekä niiden kiinnittämiseen tarkoitettuja tarvikkeita. Palonkestävää johtojärjestelmän on kestävä kokonaisuudessaan sille asetettu toiminta-aika. Esimerkiksi ei ole mitään hyötyä käyttää palonkestäviä kaapelihyllyjä, jos niiden kiinnittämiseen tarkoitetut pultit tai muut kiinnitystarvikkeet eivät kestä tulipalon aiheuttamia vaikutuksia, jolloin hylly romahtaa. [2; 3.]

Palonkestävien johtojärjestelmien testauksesta on tekeillä oma EN-standardi 1366-11. Standardia ei ole kuitenkaan vielä julkaistu, ja siihen asti voidaan käyttää eri maiden kansallisia standardeja. Alla on listattuna yleisesti käytettyjä standardeja palonkestävien asennusjärjestelmien testaamiseen. [6; 12.]

- DIN4102-12, saksalainen standardi
- GOST-R 30247.1, venäläinen standardi
- NPR2576, hollantilainen standardi.

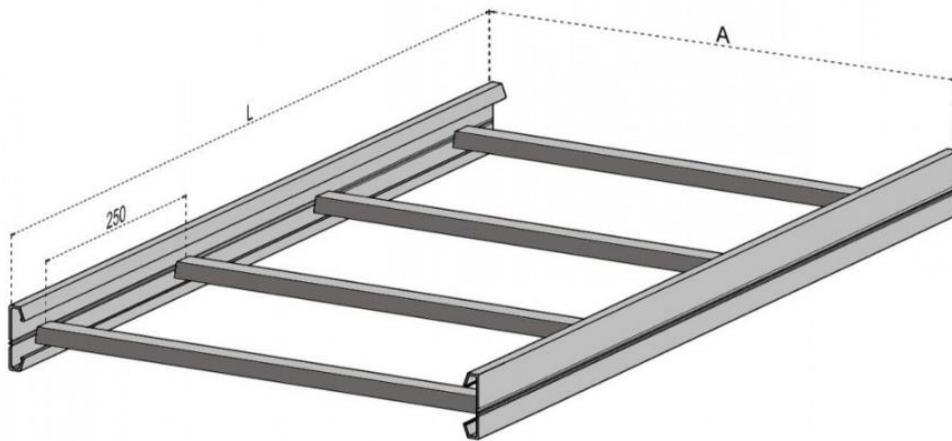
### 6.2 Valmistajat

Palonkestäviä johtoteitä ja tarvikkeita on tarjolla useilta eri valmistajilta. Valmistajien tuotteet voivat erota toisistaan esimerkiksi kaapelihyllyjen vaaditussa tuentaetäisyydessä. Siksi onkin tärkeää, että palonkestäviä asennuksia tehdessä käytetään valmistajan omia ohjeita ja hyväksymiä tarvikkeita. Palonkestäviä johtoteitä ja tarvikkeita valmistavat esimerkiksi

- OBO Bettermann
- MEKA
- Suomen kaapelitiet Oy.

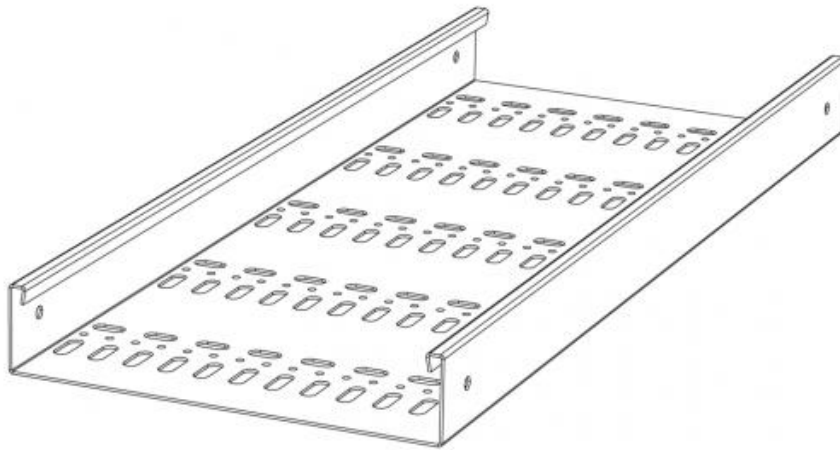
### 6.3 Kaapelihyllyt

Palonkestävät kaapelihyllyt valmistetaan yleensä teräksestä. Alumiinisia kaapelihyllyjä ei voida käyttää palonkestävissä johtojärjestelmissä, alumiinin alhaisen sulamislämpötilan takia. Kuvissa 6–8 on esitetty yleisimmät palonkestävissä asennuksissa käytettävät kaapelihyllytyypit.

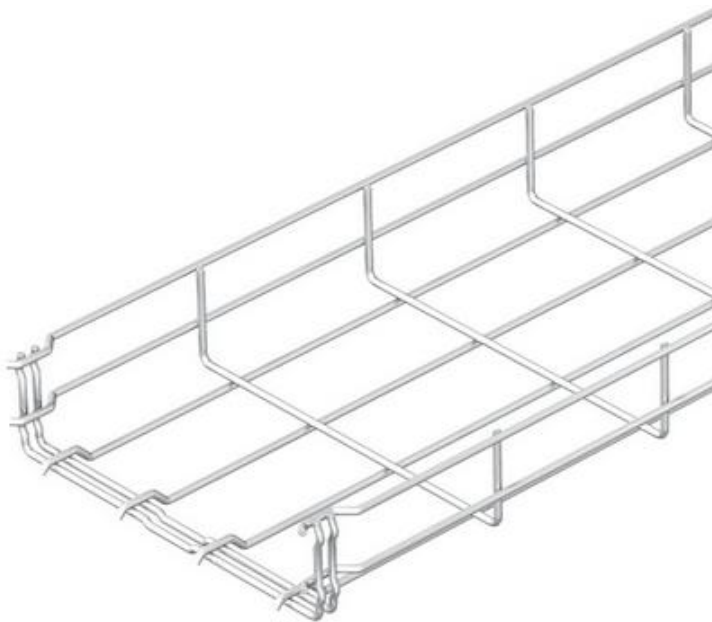


Kuva 6. Tikashylly





Kuva 7. Levyhyilly



Kuva 8. Lankahyilly

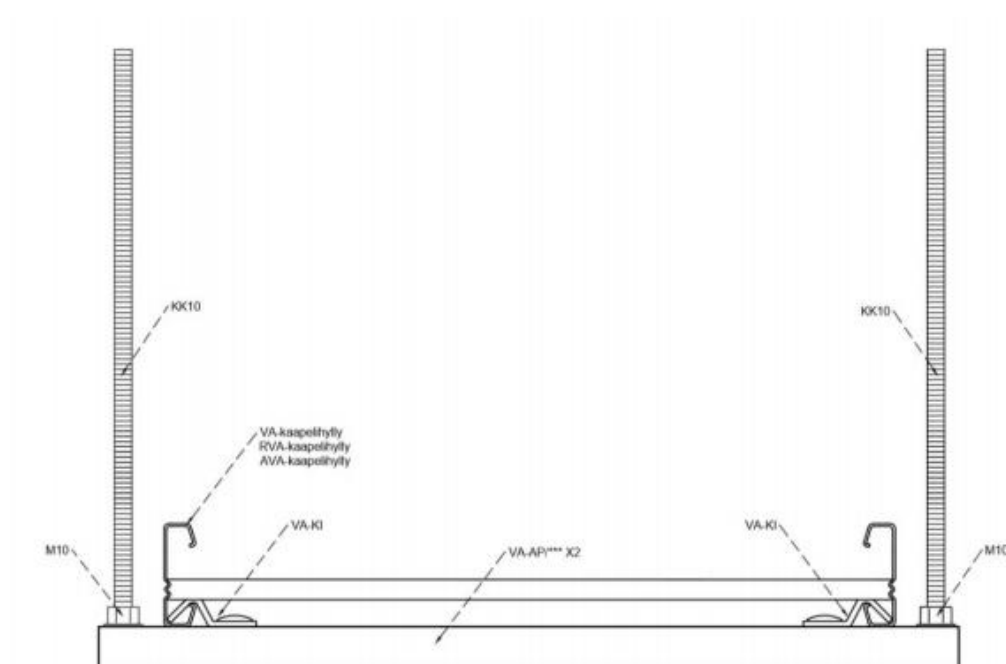
Tikashyllyjä voidaan asentaa sekä vaaka- että pystysuoraan. Pystyasennuksessa kaapelien suurin sallittu kiinnitysväli on 300 mm. Tikashyllyjä suunniteltaessa ja asentaessa on huomioitava, että sille tulee yleensä asentaa hyllyä tukeva porttikannatus, jossa hylly on tuettu molemmin puolin. Joidenkin valmistajien tuotteilla voidaan tikashylly asentaa myös ilman molemminpuolista kiinnitystä. [3; 6.]

Levyhyillyt ovat käyttövarmuutensa vuoksi hyvin soveltuvia palonkestäviin asennuksiin, ja niistä saadut kokemukset palonkestävissä johtojärjestelmissä on hyvät. Levyhyillyt

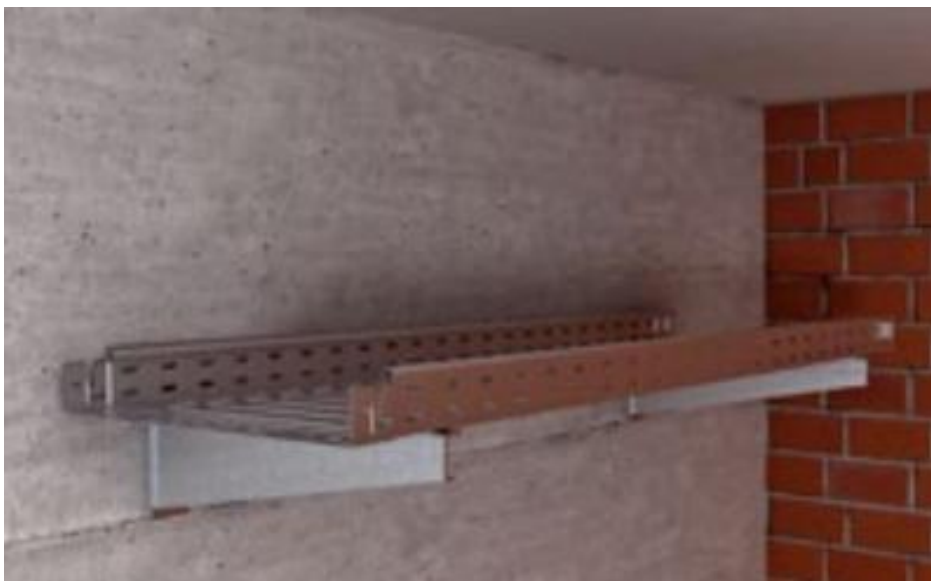
ovat rakenteensa vuoksi jäykempiä, ja niiden kiinnitysmahdollisuudet ovat yleensä monipuolisemmat eivätkä vaadi aina molemminpuoleista kiinnitystä. [3; 6.]

Lankahyllyjä käytettäessä on huomioitava kaapeleita valittaessa, että niillä on valmistajan hyväksyntä lankahyllyasennukseen. Kaikki palonkestävät kaapelit eivät ole toimintakykyisiä lankahyllyn pistemäisen kuormituksen takia. [3]

Kaapelihyllyt voidaan asentaa usealla eri tavalla ja valmistajilla on annettu niistä hylly ja kiinnike kohtaiset ohjeet. Kuvissa 9–11 on esitetty erilaisia kiinnitysratkaisuja palonkestäville kaapelihyllyille.



Kuva 9. Suomen kaapelitiet Oy:n asennusesimerkki levyhyllyn porttikannatuksesta [15].



Kuva 10. Obo Bettermann -levyhyilly asennettu seinäkannakkeella.

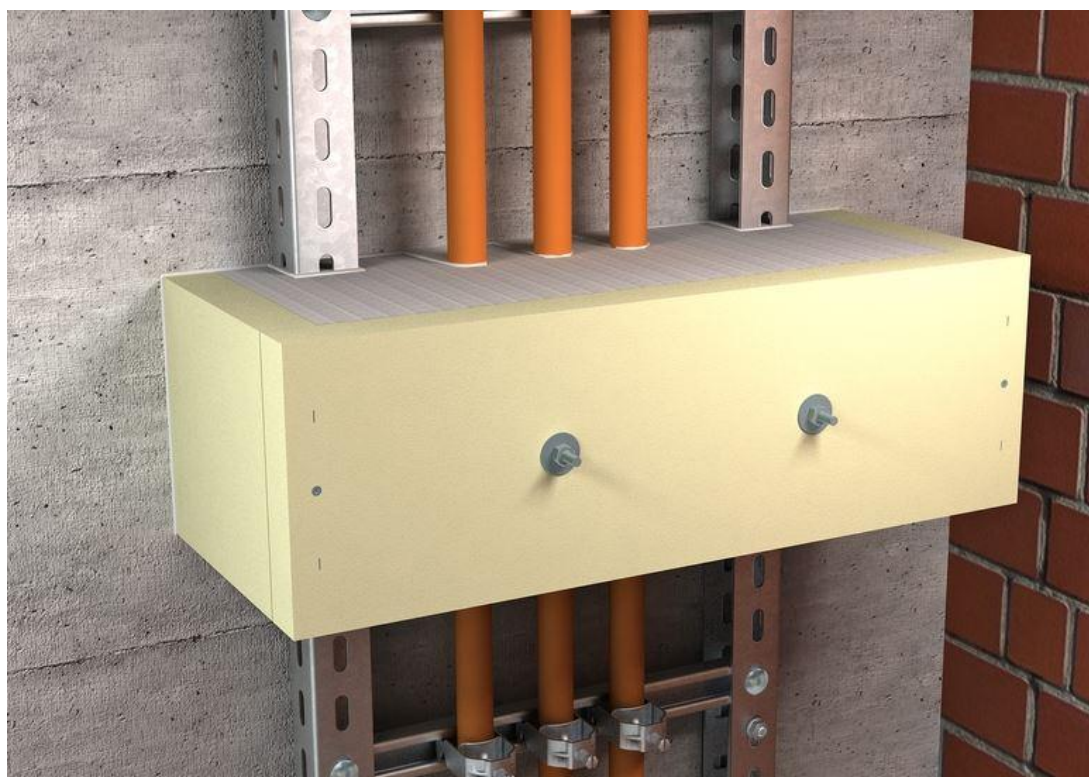


Kuva 11. Obo Bettermann -tikashyllyt asennettuna seinäkannakkeilla ja kierretankoporttikannatuksella.

Jos kaapelihyllyjä asennetaan useampia päällekkäin, tulee palonkestävät kaapelihyllyt asentaa ylimmäksi, jotta paloa kestävämmät hyllyt tai muut osat eivät pääse tippumaan niiden päälle tiputtaen ne samalla alas. Palonkestävät hyllyt tulee myös merkitä

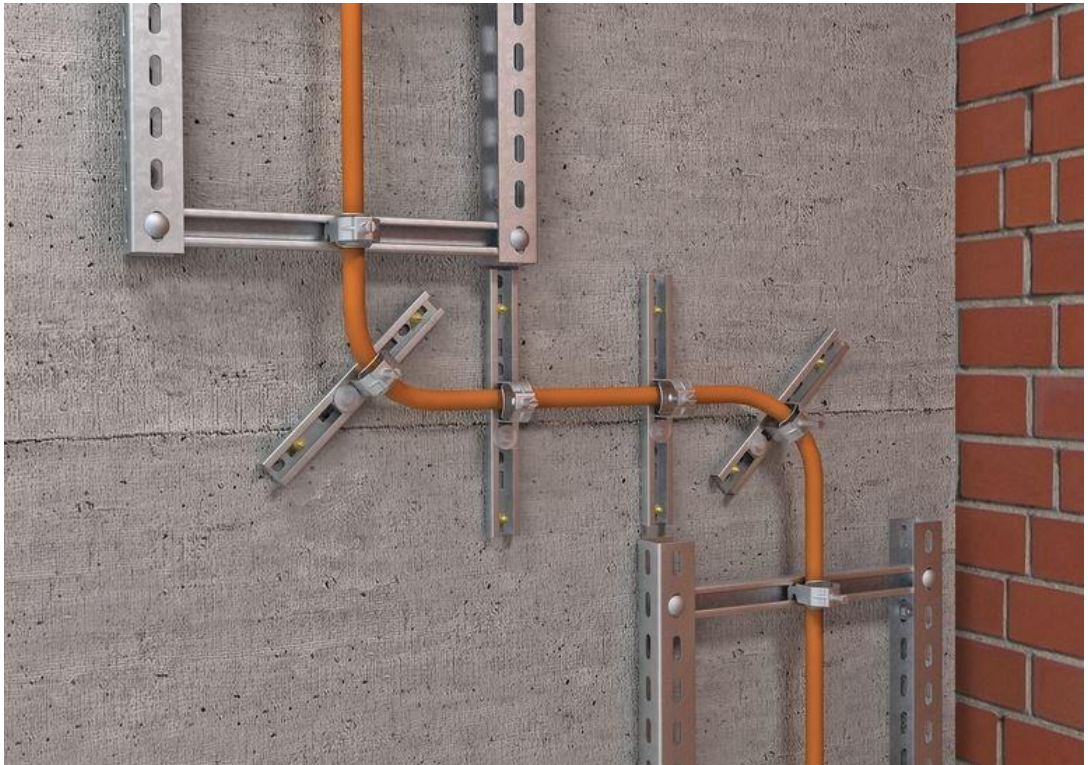
selkeästi, että sinne ei asennettaisi myöhemmin normaaleja paloa kestävämpiä kaapeleita. Merkintätapa sovitaan kohdekohtaisesti, esim. metrin välein punainen kilpi ”Palonkestävä hylly” [3; 6.]

Pitkissä pystyasennuksissa tulee huomioida kaapeleiden painosta aiheuta suuri vetorasitus kaapelin kiinnitys kohtiin. Tulipalon aikana kaapelin eristemateriaalien sulaessa vetorasitus kasvaa entisestään, minkä takia yli 3,5 m ylittävillä pystyasennuksille on tehtävä vedonpoisto. Vedonpoisto voidaan toteuttaa siihen valmistetulla paloeristeellä (WUM), suunnan vaihdolla tai palokatkoilla kerrosten läpivientikohdassa. Eri vedonpoiston toteutustavat on esitetty kuvissa 12, 13 ja 14. [6]



Kuva 12. Pystyasennuksen vedonpoisto toteutettuna Obo Bettermann ZSE90 –paloeristeellä [6].





Kuva 13. Pystyasennuksen vedonpoisto toteutettuna suunnanvaihhdolla [6].



Kuva 14. Pystyasennuksen vedonpoisto toteutettuna kerrosten välisessä läpiviennissä [6].

Suunnanvaihdolla toteutetussa vedonpoistossa kaapelit tulee asentaa vähintään 30 cm matkan vaakasuunnassa, minkä jälkeen suunta vaihdetaan takaisin pystyasennukseksi. Suunnanvaihto pitää toteuttaa aina 3,5 metrin pystyasennuksen välein.

#### 6.4 Palosuojakanavat

Palosuojakanavan (kuva 15) tarkoituksena on suojata sen sisälle asennettuja kaapeleita tulipalolta sekä ympäristöä kanavan sisäiseltä kaapelipalolta. Palosuojakanava luokitellaan niiden palonkestoisuuden mukaan luvun 2.2.2 mukaisilla luokituksilla E ja I. E-luokituksella määritellään, kuinka kauan palosuojakanava suojaa sen sisäisiä kaapeleita kanavan ulkopuoliselta palolta. I-luokitus määrittelee, kuinka kauan kanava suojaa ympäristöä sen sisäisen palon aiheuttamalta kuumuudelta ja savulta. [6]



Kuva 15. OBO Bettermann BSKH -palosuojakanava asennettuna seinälle [6].

#### 6.5 Kaapelikiinnikkeet

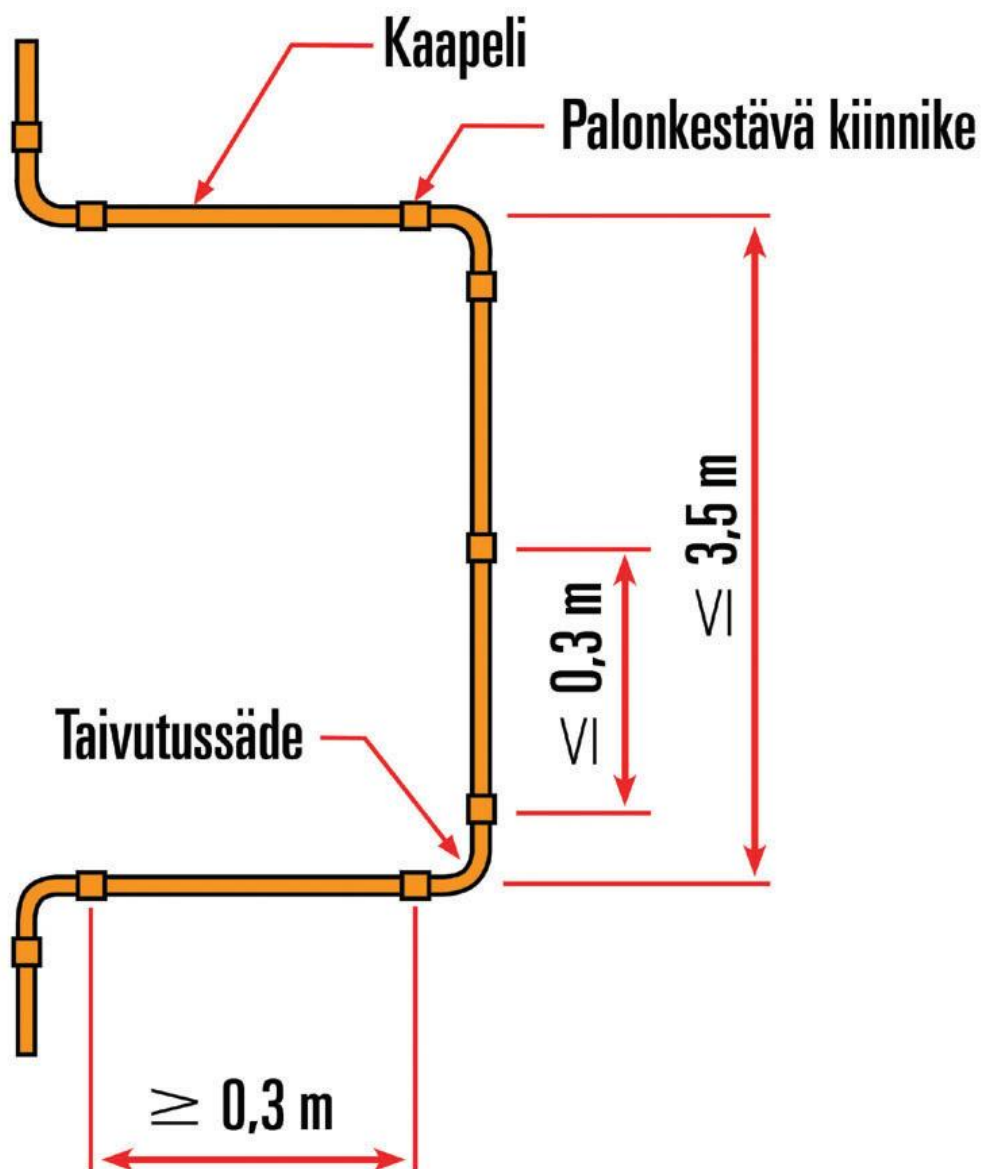
Palonkestävillä kaapelikiinnikkeillä voidaan asentaa yksittäisiä tai kaapelinippuja suoraan palonkestävään rakenteeseen kiinni. Kaapelikiinnikkeiden matala asennuskorkeus

mahdollistaa kaapeleiden asennuksen hyvinkin ahtaisiin tiloihin. Kaapelikiinnikkeet ovat helppo ja edullinen kaapelien tuentatapa myös saneerauskohteissa, joihin on vaikea alkaa rakentaa paljon tilaa vievää kaapelihylly järjestelmää. Kuvassa 16 on esimerkkinä palonkestävien kaapeleita kiinnitys kattoon kaapelikiinnikkeillä. [6]



Kuva 16. OBO Bettermann 203X M -kaapelikiinnike kattoasennuksena

Pitkissä pystyasennuksissa kaapelikiinnikkeitä käyttäen tulee huomioida vedonpoisto samalla tavalla kuin kaapelihyllyjä käytettäessä. Kuvassa 17 on esimerkkinä suunnanvaihdolla toteutetusta vedonpoistosta, kaapelikiinnikkeitä käytettäessä. [4; 6.]



Kuva 17. Kaapelikiinnikkeillä kiinnitetyn kaapelin vedonpoiston toteutus pystyasennuksessa [4].

## 6.6 Liitântärsiat

Palonkestäviä jakorasioita käytetään palonkestävien sähkökaapeliin jatkamiseen ja haaroittamiseen. Palonkestävässä sähköjärjestelmässä tulee käyttää myös palonkestäviä jakorasioita järjestelmän toiminnan takaamiseksi tulipalon aikana. Palonkestävien jakorasoiden tulee olla testattu EN 1363-1 -standardin mukaisella palokokeella. [6]



Palonkestävät jakorasiat luokitellaan niiden palonkestoisuuden mukaan. Esimerkiksi E90-paloluokiteltu jakorasia (kuva 16) kestää toimintakuntoisena 90 minuutin ajan tulipalossa. [6]

Palonkestäviä liitántärasioita asentaessa tulee noudattaa valmistajan ohjeita ja tarvikkeita niin kiinnityksessä kuin kytkennöissä. Palonkestävän liitántärasian kiinnityksessä, kuten kaikissa muissakin palonkestävissä tarvikkeissa, tulee ottaa huomioon myös asennusalueen palonkestoisuus, jonka täytyy vastata vähintään järjestelmän vaatimusta. [6]



Kuva 18. OBO Bettermann- palonkestävä jakorasia E90 [6].

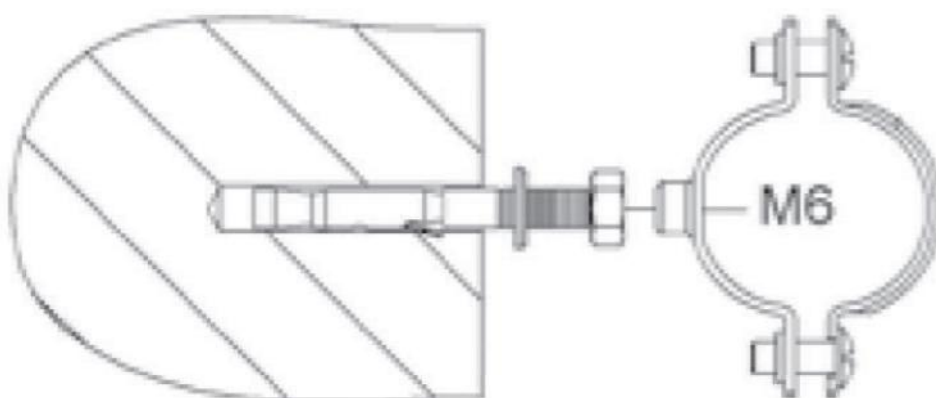
## 6.7 Asennusputket

Kaapelit voidaan kiinnittää myös asentamalla ne asennusputkeen. Palonkestäviin johtojärjestelmiin tarkoitetut asennusputket (kuva 19) valmistetaan yleensä teräksestä. Alumiinisia asennusputkia ei saa käyttää palonkestävissä johtojärjestelmissä. Putki on helppo ja nopea tapa asentaa kaapeli palonkestävästi. Asennusputkia on saatavilla monen kokoisena ja niihin voi asentaa myös useampia kaapeleita. Asennusputket kiinnitetään palonkestävään alustaan yleensä valmistajan hyväksymillä putkikiinnikkeillä

(kuva 20), mutta putket on helppo asentaa myös ruuvikiristeisillä kaarikiinnikkeillä. [4; 6.]



Kuva 19. OBO Bettermann -asennusputki seinälle asennettuna [6].



Kuva 20. Asennusputken palonkestävä kiinnike [4].

## 7 Loppupäätelmät

Palonkestävien johtojärjestelmien suunnittelu lähtee tarpeesta toteuttaa sähköjärjestelmä, jonka toiminta edellytetään myös tulipalon aikana. Palonkestävien johtojärjestelmien tarve ja vaatimukset tulee käydä läpi kohdekohtaisesti.

Insinööriyössä on perehdytty palonkestävien johtojärjestelmien suunnitteluun oleellisesti liittyviin lakeihin, standardeihin ja ohjeisiin. Tärkein standardi on SFS 6000, jossa on esitetty vaatimukset, joiden mukaan palonkestävät johtojärjestelmät tulee toteuttaa.

Ennen suunnittelun aloittamista on syytä käydä läpi tilaajan ja paloviranomaisten kanssa, mitkä järjestelmät tulee toteuttaa palonkestävinä. Lisäksi tulee varmistaa, kuinka pitkät toiminta-ajat järjestelmille vaaditaan. Tärkein asia palonkestäviä johtojärjestelmiä suunniteltaessa on varmistaa, että koko järjestelmä on toteutettu palonkestävänä ja että kaikki osat täyttävät järjestelmälle asetetun palonkestoisuusajan. Turvajärjestelmille on julkaistu ohjeita ja standardeja, joita apuna käyttäen niiden palonkestoisuusvaatimukset tulee määritellä kohdekohtaisesti.

Palonkestävissä johtojärjestelmissä saa käyttää ainoastaan standardien EN 50200 tai EN 50362 ja EN 60332-1-2 mukaisia palonkestäviä kaapeleita. Mineraalieristeiset, standardien IEC 60702-1 ja 60702-2 mukaiset kaapelit ovat myös sallittuja, mutta niitä ei käytetä Suomessa rakennusteollisuudessa.

Palonkestävät johtojärjestelmät tulee asentaa palonkestävälle pinnalle, jolla on vähintään yhtä pitkä palonkestoisuus aika kuin järjestelmälle on vaadittu. Tuotteita asennettaessa tulee noudattaa valmistajan omia ohjeita ja valmistajien hyväksymiä varusteita ja kiinnikkeitä. Kaapelihyllyjä ja muita johtoteitä asennettaessa tulee noudattaa valmistajan esittämiä ja testaamia kiinnitysvälejä. Pystyasennuksessa kaapelit tulee kiinnittää 300 mm:n välein. Yli 3,5 metriä ylittävissä pystyasennuksissa tulee kaapeleille asentaa myös vedonpoisto.

## Lähteet

- 1 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1. Helsinki: Ympäristöministeriö
- 2 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. 2012. SFS-Käsikirja 600-1. Helsinki. SFS RY
- 3 Sähkökaapelit ja paloturvallisuus. 2014. ST-kortisto, ST 51.17. Espoo. Sähköinfo Oy
- 4 Palonkestävä johtojärjestelmä palon aikana toimiviksi tarkoitetuille järjestelmille. 2014. ST-kortisto, ST 51.06. Espoo. Sähköinfo Oy
- 5 Poistumisvalaistus. 2013. ST-kortisto, ST-käsikirja 36. Espoo. Sähköinfo Oy
- 6 BSS Palonkestävät johtojärjestelmät. 2013. Tuotekuvasto. Helsinki. Obo Bettermann oy.
- 7 Turvavalaistuksen vaatimukset. 2013. Verkkodokumentti. Teknoware Oy. <[http://www.teknoware.fi/filebank/4290-Teknoware\\_Oy\\_Turvavalaistuksen\\_vaatimukset\\_2013.pdf](http://www.teknoware.fi/filebank/4290-Teknoware_Oy_Turvavalaistuksen_vaatimukset_2013.pdf)>. Luettu 5.5.2014.
- 8 Rakennustuotteita koskeva lainsäädäntö. 2014. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <[http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakennustuotteita\\_koskeva\\_lainsaadanto](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennustuotteita_koskeva_lainsaadanto)>. Luettu 5.2.2015.
- 9 Rakennustuoteasetuksen vaikutus rakennusten voima-, ohjaus- ja tiedonsiirto-kaapeleihin. 2013. Lausunto/Tiedoksianto. Datwyler Oy
- 10 Savunhallintajärjestelmä. Suunnittelu. 2014. ST-kortisto, ST 666.10. Espoo. Sähköinfo Oy
- 11 Test methods and their application. 2015. Verkkodokumentti. ZVK GmbH. <<http://www.zvk-online.de/en/info-center/technical-information/test-methods.html>>. Luettu 4.3.2015.
- 12 Palonkestävät jakokeskukset. 2013. tuotekuvasto. Helsinki. Jakelulaite Oy
- 13 Palon aikana toimivien Flamerex-kaapeleiden asennusohje. 2012. asennusohje. Hyvinkää. Reka kaapelit Oy.

- 14 Palonkestävät asennusjärjestelmät. 2013. Tuotekuvasto. Helsinki. Pistesarjat Oy.
- 15 Palonkestävä asennus Suomen Kaapelitiet Oy:n tikashyllyillä. 2014. asennusohje. Tuusula. Suomen Kaapelitiet Oy